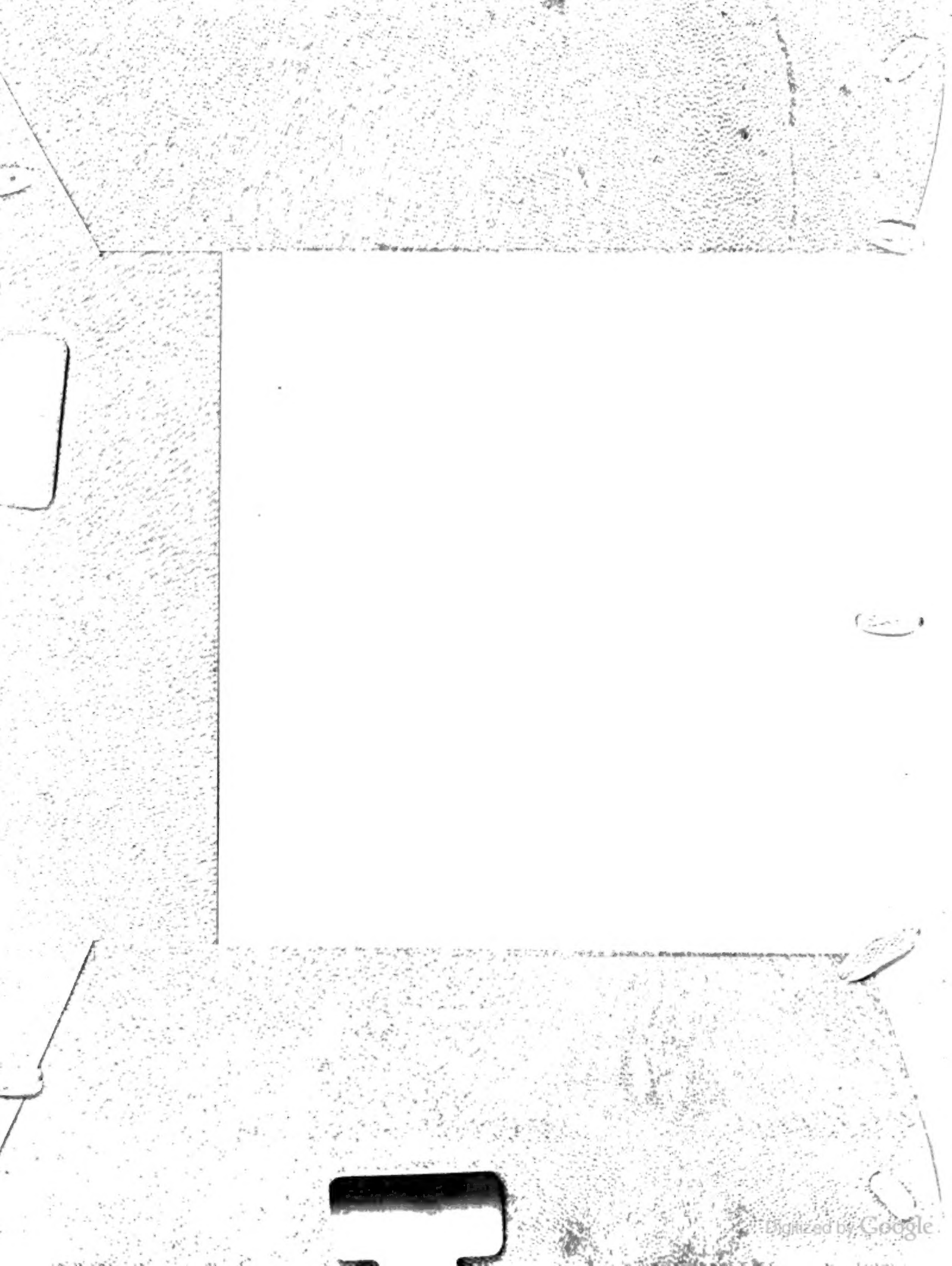
# PRINCIPES DE LA MONTRE DE MR. HARRISON, AUEC LES PLANCHES RELATIUES A LA MEME MONTRE ..

John Harrison

Digitized by Google


Digitized by Google

Digitized by Google

5.4.303

Digitized by Google

X1
HARRISON.
1757

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# THE PRINCIPLES OF MR. HARRISON'S TIME-KEEPER, WITH PLATES OF THE SAME.

PUBLISHED BY ORDER OF

THE COMMISSIONERS OF LONGITUDE.

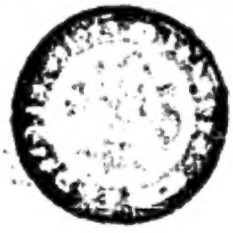
LONDON:

PRINTED BY W. RICHARDSON AND S. CLARK;

AND SOLD BY

JOHN NOURSE, AND MESS. MOUNT AND PAGE.

M. DCC. LXVII.



Digitized by Google

# PRINCIPES

## DE LA MONTRE

## DE Mr. HARRISON,

AVEC

## LES PLANCHES RELATIVES

A LA MÊME MONTRE,

*Imprimés à Londres en 1767 par ordre de Mrs. les Commissaires des Longitudes.*

*A AVIGNON,*

Chez { La Veuve Girard & François Seguin, Impr. Libr. Place St. Didier.
Jean Aubert, Impr. Libr., près le Change.

*Se vend A PARIS,*

Chez { Charles-Antoine Jombert, Libr. du Roi, Rue Dauphine.
Jean Desaint, Libr., Rue du Foin St. Jacques.
Charles Saillant, Libr., Rue St. Jean de Beauvais.

M. DCC. LXVII.

*Avec Permission des Supérieurs.*

Digitized by Google

# PRÉFACE

*De Mr.* Nevil Maskelyne, *Aſtronome Royal.*

M^R. Jean Harriſon & Mr. Guillaume Harriſon ſon fils, avoient livré aux Commiſſaires nommés par le Parlement pour la découverte des Longitudes, un Écrit intitulé : *Principes de la Montre de Mr. Harriſon*, avec toutes les figures que l'on trouve ici gravées. Ils ont déclaré l'un & l'autre ſur la foi du ſerment, que cet Écrit contient une pleine explication des Principes qui ont ſervi à conſtruire cette Montre.

Mrs. Harriſon Pere & Fils ont auſſi livré, ſous ſerment, ce même Écrit par ordre du Bureau des Longitudes à Mrs. Jean Mitchell, Guillaume Ludlam & Jean Bird, très exercés dans la Mechanique, & à Mrs. Thomas Mudge, Larcum Kendal, Guillaume Matthevvs, Horlogers & à moi, & ils ſe ſont engagés à nous expliquer verbalement & dans le plus grand détail tout le myſtere de la conſtruction de cette Montre. Ils l'ont démontée en notre pré-

Digitized by Google

# PREFACE.

THE original dravvings, from vvhich theſe plates vvere engraved, together vvith the vvritten paper annexed, intituled, PRINCIPLES OF MR. HARRISON'S TIME-KEEPER, vvere delivered to the Commiſſioners appointed by act of parliament for the diſcovery of the longitude at ſea, by Mr. John Harriſon and Mr. William Harriſon his ſon, upon oath, as containing a full explanation of the principles upon vvhich Mr. John Harriſon's vvatch or time-keeper for finding the longitude at ſea is conſtructed.

Mr. Harriſon and his ſon gave alſo, upon oath, to the Reverend John Mitchell, the Reverend William Ludlam, and Mr. John Bird, gentlemen vvell-ſkilled in mechanics, and Mr. Thomas Mudge, Mr. Larcum Kendal, and Mr. William Matthevvs, vvatch-makers, by appointment of the board of longitude, and myſelf, ſuch further explanation of the conſtruction of the ſaid vvatch, by vvord of mouth and experimental exhibitions, as vve required; produ-

cing the vvatch, taking it to pieces in our preſence, and anſvvering to ſuch queſtions as vve propoſed relative thereto. Some notes taken by myſelf on this occaſion I have ſubjoined hereto.

The original dravvings of the vvatch vvere delivered to me at the board of longitude, vvhich I have ſince cauſed to be carefully engraved, under my ovvn eyes, at the Royal Obſervatory, and think I can anſvver, that the lines on the copper-plates every-vvhere correſpond vvith the meaſure of the dravvings vvithin one, or at moſt tvvo breadths of the lines, vvhich are ſo very fine. Nevertheleſs, the reader muſt not expect to find the impreſſions taken off upon common paper agree ſo nearly, either vvith the originals or vvith themſelves, ovving to the ſhrinking of the paper after the vvater has been preſſed out of it in going through the preſs. But, for the ſake of the curious, and particularly artiſts vvho may be deſirous to conſtruct other vvatches after the model of Mr. Harriſon's, I have cauſed a fevv impreſſions of the plates to be taken off upon India paper; vvhich, if it be only made a little damp, by being put for a fevv minutes betvveen tvvo vvet ſheets of paper,

vvill

ſence, & ils ont répondu à toutes les queſtions que nous avons pu leur faire. J'ai fait moi-même à cette occaſion pluſieurs remarques que je joins ici.

Le Bureau des Longitudes m'a remis l'Original de toutes les figures ; je les ai fait graver très exactement ſous mes yeux, dans l'Obſervatoire Royal, & je puis aſſurer que toutes les lignes gravées ſur le cuivre répondent parfaitement aux deſſeins Originaux, excepté une ou tout au plus deux lignes dont les traits ſe ſont trouvés trop déliés. Cependant le Lecteur ne doit pas s'attendre que l'impreſſion de ces planches tirées ſur du papier commun, s'accorde auſſi juſte avec l'Original, ni que les mêmes planches ſoient parfaitement égales entr'elles ; parce que le papier mouillé ſe tourmente inévitablement ſous la preſſe, & ne ſçauroit conſerver en ſéchant ſa premiere figure. Mais en faveur des curieux, & ſur-tout des Artiſtes, qui voudront conſtruire d'autres Montres ſur le modéle de celle de Mr. Harriſon, j'en ai fait tirer quelques épreuves ſur du papier des Indes, qui étant tant ſoit peu humecté & laiſſé entre deux feuilles de papier moite, reçoit par-

faitement l'impreſſion, & ne ſe retire point en ſéchant.

Il eſt bon de faire remarquer ici une différence dans la poſition des palettes aux figures 8 & 9, qui pourroit embarraſſer le Lecteur, ou du moins lui donner lieu de croire qu'on a fait quelque erreur en gravant d'après l'Original.

Dans la figure 8, le centre de la courbure des palettes eſt dans la circonférence du cercle ponctué, dont le rayon eſt deux cinquiemes du rayon du cercle décrit par l'extrêmité des palettes ; mais dans la figure 9, le centre des palettes ſe trouve préciſément hors de la circonférence du petit cercle noir, dont le rayon eſt un quart du rayon du cercle décrit par le bout des palettes. Cette derniere figure indique le premier deſſein de Mr. Harriſon, qu'il a dans la ſuite changé en celui qu'on voit dans la 8^e. figure.

vvill receive the impreſſion from the plates perfect, and vvill not ſhrink at all in the drying.

It may not be improper to take notice here of a difference in the poſition of the pallets in the 8th and 9th figures, vvhich might othervviſe puzzle the inſpector, or, at leaſt, induce him to think there vvas ſome error made in engraving the plates from the original.

In figure 8th, the centre of the curve of the pallets lies in the circumference of the dotted circle, vvhoſe radius is tvvo fifths of the radius of the circle deſcribed by the edge of the pallets; but, in figure 9th, the centre of the pallets lies juſt vvithout the circumference of the little black circle, repreſenting the ſpindle, vvhoſe radius is one fourth of the radius of the circle deſcribed by the edge of the pallets. The latter figure ſhevvs Mr. Harriſon's former deſign, vvhich he has ſince altered, as is repreſented in the 8th figure.

# NOTES

TAKEN AT THE

# DISCOVERY

OF

# Mr. HARRISON'S TIME-KEEPER.

THE balance naturally vibrates largeſt arcs, vvhen in a horizontal poſition; next greateſt, vvhen the hours XII and VI are uppermoſt, and the vvatch is in a vertical poſition; leaſt, vvhen the hours III and IX are uppermoſt.

Large arcs are naturally performed in leſs time than ſmall ones. This Mr. Harriſon inferred, becauſe the vvatch, before any correction vvas applied, vvent ſlovver in a vertical poſition than in the horizontal one, and the vibrations are viſibly larger in the latter caſe.

# REMARQUES
## SUR LA
# DÉCOUVERTE
## DE
# Mr. HARRISON.

LE balancier décrit naturellement les plus grands arcs, lorſqu'il eſt dans une poſition horizontale. Les arcs qu'il décrit dans la poſition verticale ſont les plus grands, lorſque les heures XII ou VI ſont au plus haut; & les moindres, lorſque les heures III ou IX ſont au plus haut.

Les grands arcs ſe décrivent naturellement en moins de tems que les petits. Cette aſſertion de Mr. Harriſon eſt fondée ſur une obſervation qu'il avoit faite avant qu'il eût corrigé ces deux défauts de ſa Montre. Il trouva qu'elle alloit plus lentement dans la poſition verticale, que dans la poſition horizontale, & que ſes vibrations étoient viſiblement plus grandes dans ce ſecond cas.

Pour ajuſter la Montre de maniére que toutes ſes vibrations grandes & petites s'achevent en tems égaux, on doit faire enſorte 1°. que les tems ſoient égaux, lorſque la Montre étant placée verticalement les heures III & VI, IX & XII ſont au plus haut. Il faut pour cela que les poids oppoſés des différentes parties du balancier ſoient différents les uns des autres ſans nuire à l'équilibre. En ſecond lieu, dans la poſition horizontale, on aura le même réſultat par l'effort combiné du dos des palettes & du cloud à cycloïde.

La courbure du dos des palettes eſt un arc de cercle, dont le centre ſe trouve dans la ligne qui joint les extrêmités des palettes & le centre du fuſeau. La diſtance des deux centres eſt deux cinquiemes du rayon du cercle décrit par l'extrêmité des palettes, & le demi-diamètre de la courbure des palettes eſt trois cinquiemes du même rayon.

L'action du cloud à cycloïde, lorſqu'il touche le reſſort du balancier, tend à accélérer ſes vibrations, & ce reſſort abandonnant plus long-tems ce cloud dans les grandes vibrations qu'il ne le fait dans les moindres vibrations, le balancier en eſt moins accéléré dans le premier cas qu'il ne l'eſt dans le ſecond. Par conſéquent, l'action du cloud tend à réduire le tems des différentes vibrations à fort peu près à l'égalité. Ce cloud à cycloïde n'a été appliqué à la Montre, qu'au retour du voyage à la Jamaïque.

Si le reſſort du balancier eſt trop fort, il faut l'affoiblir, en limant un peu ſon extrêmité; mais s'il eſt trop foible, il faut le changer & en prendre un autre plus fort.

The vvatch is adjuſted to vibrate great and ſmall arcs in equal times, in the followving manner:

To go the ſame vvhen placed vertically vvith the hours III, VI, IX, XII upvvards ſucceſſively, by making the vveight of the balance different in different parts. — To go the ſame vvhen placed horizontal as vvhen vertical, by the joint effect of the back of the pallets and the cycloid-pin.

The curve of the back of the pallets is an arch of a circle, vvhoſe centre lies in the line joining the edges of the pallets and the centre of the ſpindle, the diſtance of the tvvo centres being tvvo fifths, and the radius of the curve of the pallets three fifths of the radius of the circle deſcribed by the edge of the pallets.

The action of the cycloid-pin, vvhen it touches the balance-ſpring, tends to quicken its vibrations; and the ſpring, leaving the pin for a longer time in the large vibrations than in the ſmall ones, is leſs accelerated by it in the former than in the latter caſe; and, conſequently, the action of the pin tends to reduce the time of the different vibrations nearer to equality. The cycloid-pin vvas not applied to the vvatch till after it came back from the voyage to Jamaica.

If the balance-ſpring is too ſtrong, it muſt be made vveaker by rubbing it avvay a little; but, if it be too vveak, it muſt be changed for a ſtronger.

The balance-ſpring is faſtened at the outer end to a ſtud, vvhich takes off the plate vvith a ſcrevv, and is put on again vvith the ſame ſcrevv, and ſteady-pins, exactly in the ſame poſition as before, vvithout undoing the faſtening of the ſpring to the ſtud at the end.

There is no adjuſtment for mean time, as in common vvatches; there vvas once, but it did not anſvver.

As ſoon as the vvatch is put together, Mr. Harriſon ſays, it vvill ſhevv its rate of going in three hours accurately the ſame vvhich it vvill keep aftervvards; ſo that he can ſoon determine it by compariſon vvith his pendulum clock.

The balance-ſpring, vvhen at reſt, touches the cycloid-pin; and does not begin to leave it, till the balance has vibrated an arch of forty five degrees beyond the point of reſt, vvhile the ſpring is in the ſtate of coiling itſelf up.

The thermometer kirb is compoſed of tvvo thin plates of braſs and ſteel rivetted together in ſeveral places, vvhich, by the greater expanſion of braſs than ſteel by heat, and contraction by cold, becomes convex on the braſs ſide in hot vveather, and convex on the ſteel ſide in cold vveather; vvhence, one end being fixed, the other end obtains a motion correſponding vvith the changes of heat and cold, and the tvvo pins at this end, betvveen vvhich the balance-ſpring paſſes, and vvhich it touches alternately as the ſpring bends and unbends itſelf, vvill ſhorten or lengthen the ſpring, as the changes

Le reſſort du balancier eſt arrêté par un piton à ſon extrêmité extérieure. Ce piton entre à vis dans la platine. On peut le tirer & le placer de nouveau exactement dans la même poſition, ſans en détacher le reſſort.

Cette Montre n'a rien qui détermine le tems moyen, comme les Montres ordinaires. On l'avoit eſſayé autrefois, mais ſans ſuccès.

Lorſque les différentes piéces de la Montre ſeront raſſemblées, Mr. Harriſon veut qu'on obſerve dans l'eſpace de trois heures la marche qu'elle doit ſuivre exactement dans la ſuite. Ce qu'il peut déterminer par la comparaiſon de ſa Pendule.

Lorſque le reſſort du balancier eſt en repos, il touche le cloud à cycloïde, & il ne commence à l'abandonner que dans le moment où le balancier a décrit un arc de quarante-cinq degrés au-delà du point de repos, le reſſort étant dans cet intervalle en état de ſe débander.

La verge du Thermométre eſt compoſée de deux platines minces de cuivre & d'acier, rivées enſemble en différens endroits; de maniere que le cuivre ſe dilatant plus que l'acier par la chaleur, & ſe reſſerrant plus par le froid; cette verge devient convexe par la chaleur du côté du cuivre, & convexe par le froid du côté de l'acier : d'où il ſuit que l'une de ſes extrêmités étant fixe, l'autre bout prend un mouvement correſpondant aux divers changements du froid & du chaud. Or le reſſort du balancier paſſe entre les deux pointes qui ſont à ce bout du Thermométre, & il en eſt preſſé alternativement à

ges of heat and cold vvould othervviſe require to be done by the hand, in the manner uſed for regulating a common vvatch.

Mr. Harriſon requires cold vveather for adjuſting the thermometer kirb, and he places the vvatch near a fire, vvith a common thermometer by it, to try if it keeps the ſame time as in the cold air. If not, he alters or adjuſts the thermometer kirb till it goes the ſame in theſe tvvo different degrees of temperature of the air.

The thermometer kirb takes heat ſooner than the balance-ſpring, and he thence concludes that braſs takes heat ſooner than ſteel, and that the braſs rods of a gridiron pendulum ſhould be made thicker than the ſteel ones.

Whilſt the heat is increaſing, the vvatch vvill ſome-times go one tenth of a ſecond ſlovver in three hours, than vvhen the heat is come to a ſtand.

The effect of the thermometer is increaſed by rubbing the ſides thinner, and is leſſened by thickening the edge by burniſhing it.

Mr. Harriſon adjuſts the thermometer kirb firſt, that is to ſay, before he adjuſts the vvatch to go the ſame in different poſitions.

The vvatch may be put vvith figure XII turned each day alternately different vvays, for fear one part of the box in vvhich

it is kept may be hotter than the other.

The force or momentum of the balance, Mr. Harriſon ſays, is as the ſquare of its diameter, alſo as the ſquare of the velocity, its vveight being given.

The momentum of the balance acquired by increaſing the velocity is better than that acquired by increaſing the vveight; as friction is not thereby increaſed, perhaps, if any thing, diminiſhed, and the reſiſtance of the air only is increaſed, the effect of vvhich is tolerably uniform, and of great ſervice.

The diameter of the balance is 2, 2 inches, of the plate 3, 8 inches.

The balance ſhould be a little larger, or $2\frac{1}{4}$ inches, according to a memorandum taken by Mr. Bird.

The vvatch makes juſt five beats in a ſecond of time.

If the balance vibrated faſter, the reſiſtance of the air vvould be too great.

A pocket vvatch of this kind vvould do better vvith ſix beats in a ſecond.

A certain ſize is beſt for the pallets, or rather a certain proportion betvveen the diameter of the circle deſcribed by the edge of the pallets and the diameter of the balance-vvheel. This vvas firſt ſuggeſted to Mr. Harriſon from bell-ringing; for he could bring the bell better into a motion, by touching it from time to time ſomevvhere near the centre than near the circumference; becauſe in the firſt caſe his hand moved quick enough to follovv the bell.

boete où elle eſt enfermée ne prenne pas plus de chaleur que l'autre partie.

Mr. Harriſon dit que la force du balancier eſt en raiſon du quarré de ſon diamètre & du quarré de ſa viteſſe, ſon poids étant donné.

La force que le balancier acquiert par l'accroiſſement de ſa viteſſe vaut mieux que celle qu'il acquiert par l'acroiſſement de ſon poids. Le premier n'augmente pas le frottement; peut-être même qu'il le diminue. La viteſſe augmente ſeulement la réſiſtance de l'air, dont l'effet eſt aſſez uniforme & d'une grande utilité.

Le diamètre du balancier eſt 2, 2 pouces. Celui de la platine 3, 8 pouces.

Le balancier doit être un peu plus grand, ou de $2\frac{1}{4}$ pouces, ſelon un Mémoire de Mr. Bird.

La Montre donne exactement cinq battemens dans chaque ſeconde de tems.

Si les vibrations du balancier ſont plus promtes, la réſiſtance de l'air ſera plus grande.

Une Montre de poche de cette eſpéce réuſſiroit mieux avec ſix battemens par ſeconde.

Il y a une certaine grandeur qui eſt la meilleure pour les palettes, ou plutôt une certaine proportion entre le diamètre du cercle décrit par les palettes & le diamètre de la roue de rencontre. Le ſon des cloches donna cette idée à Mr. Harriſon; car il s'apperçut qu'il lui étoit plus facile de mettre en mouvement une petite cloche, en la touchant de tems en tems plus proche du centre, qu'auprès de la circonférence; parce que dans le premier cas ſa main ſuivoit plus aiſément le mouvement de la cloche.

Le grand principe de la Montre eſt de donner le plus grand mouvement poſſible au balancier avec une force donnée. On en vient à bout par l'échapement & par la quantité convenable de l'arc qu'on lui fait décrire.

Cette réflexion vient de Mr. Mudge, auſſi bien que celle qui ſuit : il faut que le balancier, par la force des roues, indépendamment de ſon reſſort, tende à faire une vibration dans deux ſecondes.

Il y a dans cette Montre quatre reſſorts : le premier eſt le grand reſſort ; le ſecond eſt enfermé dans l'intérieur de la fuſée, pour faire marcher la Montre, pendant qu'on la monte ; le troiſieme eſt un reſſort qui ſe débande huit fois dans chaque minute ; & le quatrieme eſt celui du balancier. Les trois premiers ſont de la façon de Maberley.

La fuſée a ſix tours & un quart.

Le volan ſert à modérer la viteſſe, que le reſſort imprimeroit au balancier en ſe débandant.

Les trous où tournent les pivots ſont tous percés dans des rubis, & les pivots ont des diamants à leurs pointes.

Les palettes ſont des diamants.

L'une des extrêmités de la Montre fut placée plus haut que l'autre extrêmité dans le dernier voyage aux Barbades ; parce que la Montre n'avoit pas été ajuſtée également pour toutes les poſitions. Elle fut auſſi altérée & ramenée à la même poſition par rapport à l'horizon, lorſque le navire faiſoit des bordées. On emploioit pour cela une boete mobile & les diviſions d'un arc de cercle.

Mr. Guillaume Harriſon a obſervé que le plus grand roulis

The grand principle of the vvatch is that of giving the greateſt motion poſſible to the balance vvith a given force. This is done by the ſcaping and proper quantity of the arc deſcribed.

This note vvas communicated by Mr. Mudge, as alſo the ſollovving; That the balance, by the force from the vvheels, vvithout its ſpring, tends to vibrate once in tvvo ſeconds.

There are four ſprings in the vvatch; firſt, a main ſpring; ſecondly, a ſpring in the inſide of the fuſee, to keep it going vvhile it is vvinding up; thirdly, a ſpring, vvhich is vvound up eight times every minute; fourthly, the balance-ſpring. The three firſt vvere made by Maberley.

The fuſee has ſix turns and a quarter.

The fly ſerves to moderate the velocity vvith vvhich the ſpring neareſt the balance vvould othervviſe be vvound up.

The pivot-holes are all made in rubies, vvith diamonds at the ends.

The pallets are diamonds.

One end of the vvatch in the late voyage to Barbadoes vvas ſet higher, becauſe it vvas not equally adjuſted in all poſitions. Alſo it vvas altered and brought back to the ſame poſition, vvith reſpect to the horizon, as the ſhip lay dovvn on the one or the other tack, by the help of a moveable box, vvith a divided arch.

Mr. William Harriſon reckons the greateſt roll of a ſhip

Digitized by Google

fifteen degrees, and the greateſt lie-dovvn, vvhen going upon one tack, tvvelve degrees.

Hold the vvatch a little back, vvhen in a vertical poſition, that the face may be a little up.

If the balance-ſpring be not exactly parallel to the plates, there vvill be a ſmall difference in the going of the vvatch, vvhen the face is up or dovvn.

Care is to be uſed in moving the vvatch, or in turning it about, in order to vvind it up, not to give it any quick circular motion in the plane of the balance, as it might poſſibly ſtop it. A pocket-vvatch, vvhich Mr. Harriſon has made of this kind, once ſtopped this vvay. Turn the vvatch over upon ſome diameter of the dial-plate, as an axis, in order to bring it into a convenient poſition, vvhen you vvant to vvind it up.

Oil muſt be applied to the pallets and pivot-holes of the vvatch, but very ſparingly.

The vvatch vvill go three years vvithout requiring to be cleaned.

At the time of the diſcovery, in Auguſt 1765, M. Harriſon ſaid, that the vvatch then vvent a little ſlovver than it had done, ovving to its vvanting to be cleaned, viz. tvvo or three ſeconds per day.

The vvatch ſhould have a cap, and no outer caſe, the vvooden box, in vvhich it ſhould be kept, ſerving that purpoſe better.

NEVIL MASKELYNE,
ASTRONOMER ROYAL.

d'un vaiſſeau étoit de quinze degrés, & que ſa plus grande inclinaiſon lorſqu'il revire de bord eſt de douze degrés.

Tenez la Montre un peu en arrière, lorſqu'elle eſt dans une poſition verticale, de manière que ſa ſurface ſupérieure ſoit un peu tournée en haut.

Si le reſſort du balancier n'eſt pas exactement parallele aux platines, il y aura une petite différence dans la marche de la Montre, lorſque ſa ſurface ſupérieure ſera tournée en haut ou en bas.

Lorſqu'on remue la Montre pour la monter, il faut être attentif à ne lui pas donner un mouvement circulaire trop prompt dans le plan du balancier; ce qui pourroit l'arrêter. Une Montre de poche de cette eſpéce que Mr. Harriſon avoit faite, s'arrêta une fois par ce mouvement. Tournez la Montre autour de quelque diamètre du cadran, pour lui donner la poſition convenable, lorſque vous voudrez la monter.

Il faut appliquer de l'huile aux palettes & aux trous des pivots, mais très-peu. Cette Montre peut aller trois ans ſans qu'il ſoit néceſſaire de la nettoyer.

Mr. Harriſon dit qu'en Août 1765 lorſqu'il développa le ſecret de ſa Montre, elle alloit un peu plus lentement qu'elle ne l'a fait dans la ſuite, & qu'elle retardoit de deux ou trois ſecondes par jour; parce qu'elle n'avoit pas été nettoyée.

Cette Montre ne doit avoir qu'une boete. Celle de bois où elle eſt enfermée tient lieu de ſeconde boete & vaut mieux.

NEVIL MASKELYNE,
ASTRONOME ROYAL.

# PRINCIPES
## DE LA MONTRE
## DE M^R. HARRISON.

ON a pris les plus grandes précautions pour éviter les frottemens, autant qu'il eſt poſſible, ſoit en faiſant tourner les roues ſur des pivots très-petits & dans des trous percés dans des rubis, ſoit par le grand nombre de dents dans les roues & dans les pignons.

La partie qui meſure le tems n'emploie que la huitieme partie d'une minute ſans être montée. Cette partie eſt fort ſimple, & la roue qui eſt auprès de celle du balancier ſert à la remonter. Par ce moyen la force qui agit ſur cette roue eſt toujours la même, & tout le reſte de la Montre ne contribue pas plus à meſurer le tems que la perſonne qui monte le grand reſſort une fois le jour.

Il y a dans la fuſée un reſſort que je nomme le ſecond reſſort principal : il eſt toujours tendu par le principal reſſort ; & pendant qu'on monte celui-ci & qu'il ne peut pas agir, le ſecond ſe détend & ſupplée à l'action du premier.

Dans les Montres ordinaires les roues ont communément ſur le balancier un tiers de la force du reſſort du balancier ; c'eſt-à-dire,

# PRINCIPLES

## OF

# Mr. HARRISON'S TIME-KEEPER.

IN this Time-keeper there is the greateſt Care taken to avoid Friction as much as can be, by the Wheels moving on ſmall Pivots, and in Ruby-holes, and high Numbers in the Wheels and Pinions.

The Part vvhich meaſures Time goes but the eighth Part of a Minute vvithout vvinding up; ſo that Part is very ſimple, as this Winding-up is performed at the Wheel next to the Balance-wheel; by which Means, there is alvvays an equal Force acting at that Wheel, and all the reſt of the Work has no more to do in meaſuring Time, than the Perſon that vvinds them up once a Day.

There is a Spring in the Inſide of the Fuſee, vvhich I vvill call a ſecondary Main-ſpring. This Spring is alvvays kept ſtretched to a certain Tenſion by the Main-ſpring, and during the Time of vvinding up the Time-keeper, at vvhich Time the Main-ſpring is not ſuffered to act, this ſecondary Spring ſupplies its Place.

In common Watches in general the Wheels have about One-third the Dominion over the Balance that the Balance-

ſpring has ; that is, if the Povver the Balance-ſpring has over the Balance be called *Three*, that from the Wheels is *One*; but in this my Time-keeper, the Wheels have only about *One-eightieth* Part of the Povver over the Balance that the Balance-ſpring has; and it muſt be allovved, the leſs the Wheels have to do vvith the Balance, the better. The Wheels in a common Watch having this great Dominion over the Balance, they can, vvhen the Watch is vvound up, and the Balance at reſt, ſet the Watch a-going; but when my Time-keeper's Balance is at reſt, and the Spring is vvound up, the Force of the Wheels can no more ſet it a-going, than the Force of the Wheels of a common Regulator can, vvhen the Weight is vvound up, ſet the Pendulum a-vibrating; nor vvill the Force from the Wheels move the Balance, vvhen at reſt, to a greater Angle in Proportion to the Vibration that it is to fetch, than the Force of the Wheels of a common Regulator can move the Pendulum from the Perpendicular, vvhen it is at reſt.

My Time-keeper's Balance is more than three times the Weight of a large ſized common Watch-balance, and three times its Diameter; and a common Watch-balance goes through about ſix Inches of Space in a Second, but mine goes through about tvventy-four Inches in that Time: So that had my Time-keeper only theſe Advantages over a common Watch, a good Performance might be expected from it. But my Time-keeper is not affected by the different Degrees of Heat and Cold, nor Agitation of the Ship; and the Force from the

Digitized by Google

à-dire, que ſi l'on nomme *trois* la force de ce reſſort ſur le balancier, celle des roues ſera *un*. Mais dans ma Montre, les roues n'ont que la huitieme partie de la force du reſſort du balancier ſur le balancier ; & l'on conviendra aiſément que moins les roues auront d'action ſur le balancier, plus la machine ſera parfaite. Les roues des Montres ordinaires ont cette grande force ſur le balancier, pour pouvoir faire marcher la Montre pendant qu'on la remonte & que le balancier eſt en repos ; mais lorſque le balancier de ma Montre eſt en repos & qu'on remonte le reſſort, la force des roues ne peut pas plus la faire aller, que celle des roues d'une Horloge à Pendule, lorſqu'on remonte le poids, qui n'empeche pas que le Pendule ne continue ſes vibrations. La force des roues ſur le balancier ne peut pas lui donner un plus grand angle à proportion de ſes vibrations, que celle des roues d'un regulateur ordinaire, pour écarter le Pendule de la verticale, lorſqu'il eſt en repos.

Le balancier de ma Montre peſe plus de trois fois autant que le grand balancier des Montres ordinaires, & ſon diamètre eſt triple de celui-ci. Les balanciers des Montres communes parcourent environ ſix pouces dans une ſeconde, & le mien en parcourt environ vingt-quatre dans le même tems : enſorte que quand même ma Montre n'auroit que cet avantage ſur les autres Montres, on devroit s'attendre à un bon ſuccès dans l'exécution. Mais ma Montre n'eſt nullement affectée des différents degrés du froid & du chaud, ni de l'agitation du

navire ; & la force des roues eſt tellement appliquée au balancier, joint à la figure de ſon reſſort & à une cycloïde artificielle (s'il m'eſt permis d'uſer de ce terme) laquelle agit ſur ce reſſort, que par toutes ces inventions, ſoit que le balancier faſſe des vibrations plus grandes ou plus petites, elles ſe formeront toutes en tems égaux, & par conſéquent, ſi la Montre va, elle ira juſte. Il eſt donc évident qu'une pareille Montre doit entierement ſa marche aux principes & non au hazard.

*Voici l'explication des deſſeins ſur leſquels j'ai conſtruit ma quatrieme Montre & les deſſeins même.*

FIG. 1.

AA eſt le barrillet de la chaine, & BB ſon profil.

CC eſt le barrillet du reſſort, & DD ſon profil.

EE eſt un rochet attaché au barrillet du reſſort, & FF ſon profil. On attache ce rochet au barrillet du reſſort par le moyen de quatre vis *aaaa*. Il y a dans la platine des piliers un trou dont le diamètre eſt déterminé par les lignes ponctuées *bb*. Cette partie *ec* de ce barrillet du reſſort ſe meut dans ce trou ſans aucune ſecouſſe, afin qu'on puiſſe monter le reſſort. On voit auſſi le même rochet repréſenté dans la Fig. 13. par le cercle *bb*. Il a trente dents, & c'eſt le cliquet *c* qui l'arrête.

Wheels is applied to the Balance in ſuch a Manner, together with the Shape of the Balance-ſpring, and ( if I may be allovved the Term ) an artificial Cycloid, vvhich acts at this Spring; ſo that from theſe Contrivances, let the Balance vibrate more or leſs, all its Vibrations are performed in the ſame Time; and therefore, if it go at all, it muſt go *true*. So that it is plain from this, that ſuch a Time-keeper goes intirely from Principle, and not from Chance.

The followving is a Deſcription of the DRAWINGS from which my *fourth* Time-keeper was made, and the Drawings are alſo hereunto annexed.

FIG. 1.

AA is the Chain-barrel, and BB is a Section of it.

CC is the Spring-barrel, and DD is a Section of it.

EE is a Ratchet at the Spring-barrel, and FF is a Section of it. This Ratchet is ſcrevved to the Spring-barrel by four ſmall Screvvs at *aaaa*. There is a Hole in the Pillar-plate of the Diameter from the dotted Lines *bb*, and that Part of the Spring-barrel *cc* is to move in this Hole vvithout any Shake, in order to ſet the Spring up. The Ratchet is alſo ſhevvn in Figure 13th, by the Circle *bb*, and it has thirty Teeth, and *e* is the Click that holds it.

Diameter of the ſpring Arbor ..... about 1, 64 of $\frac{1}{4}$ Inch.
Diameter of the Hole in the Centre of the Chain
Barrel about ..... 0, 38
Diametre of the upper pivot ..... 0, 23
Diameter of the lovver ..... 0, 215
Diameter of the ſpring Barrel vvithin ..... 1, 4 Inch.

FIG. 2.

AA is the Braſs Edge, BB the Hole in the Middle of it, and CC is a Section of it. This Braſs Edge is ſupported by ſix Pillars, and their Places are repreſented in Figures 13 and 14, by ſix Circles *aaaaaa*.

FIG. 3.

AA repreſents the ſecond Wheel acting in a Pinion at *a*. BB repreſents the third Wheel, vvhich is concave, and acts in a Pinion at *b*. The ſecond Wheel is deſcribed in Figure 14 by the Circle *dd*, and acts in a Pinion of 18 at *e*. The third Wheel is repreſented in Figure 14 by the Circle *ff*, acting in a Pinion of 16 at *g*.

*Note*, The third Wheel is larger than is repreſented in Figure 14, and has 144 Teeth, and the ſecond Wheel has 120 Teeth.

FIG. 4.

Le diamètre de l'arbre du reſſort eſt ... environ 1, 64$^{d'}\frac{1}{4}$ de pouce.
Le diamètre du trou dans le centre du barrillet
de la chaine ..... environ 0, 38
Le diamètre du pivot ſupérieur ..... 0, 23
Le diamètre du pivot inférieur ..... 0, 215
Le diamètre du barrillet du reſſort eſt en dedans. 1, 4 pouce.

FIG. 2.

A A eſt une platine de cuivre, creuſée au milieu d'un trou B B, & C C en eſt le profil. Cette platine de cuivre eſt ſoutenue par ſix piliers, & leurs places ſont marquées dans les Figures 13 & 14 par ſix cercles *aaaaaa*.
La hauteur de ces piliers & d'environ 0. 55 $^{d'}\frac{1}{4}$ de pouce.

FIG. 3.

A A repréſente la ſeconde roue, qui engréne dans un pignon en *a*. B B répréſente la troiſiéme roue qui eſt concave & engréne dans un pignon en *b*. La ſeconde roue eſt repréſentée dans la Figure 14 par le cercle *dd*, & elle engréne dans un pignon de 18 en *e*. La troiſiéme roue eſt repréſentée dans la Figure 14 par le cercle *ff*, & elle engréne dans un pignon de 16 en *g*.

*Remarque*. La troiſiéme roue eſt plus grande qu'elle n'eſt repréſentée dans la Figure 14, & elle a 144 dents. La ſeconde roue a 120 dents.

FIG. 4.

AA repréſente la roue de chan, BB ſon profil, joint à celui *aa* du barrillet du reſſort. Il y a dans *cc* une piéce qui porte huit chevilles pour ſervir de détentes à une roue dans chaque huitieme partie d'une minute. Cette roue eſt auſſi repréſentée dans la Figure 14 par le cercle *hh*; elle a 120 dents, & elle engréne dans un pignon de 12 en *i*.

L'épaiſſeur du bord de la roue de chan eſt environ 0, 048 d'$\frac{1}{4}$ de pouce.

La détente & la roue des ſecondes doivent être un peu plus proches du cadran qu'il n'eſt marqué dans cette Figure, enſorte que le haut des pointes de la détente ſoit toujours de niveau avec la platine des piliers.

Les traverſiers de cette roue ont été auſſi deſſinés trop épais en dehors.

Le diamètre du trou qui eſt au centre de la roue eſt environ 0, 23 d'$\frac{1}{4}$ de pouce.

Le diamètre du fuſeau qui traverſe l'arbre de la quatrieme roue (ou ſa partie la plus épaiſſe) eſt environ 0, 408 d'$\frac{1}{4}$ de pouce.

Le diamètre de chaque pivot eſt 0, 045.

La longeur du reſſort eſt de 10 pouces, & ſon poids 3 $\frac{1}{2}$ grains.

FIG. 5.

AA eſt la premiére roue, & *aaaa* ſon profil.

*bbb* eſt le profil de la fuſée.



Digitized by

FIG. 4.

A A repreſents the contrate Wheel, B B a Section of it, vvith a Section of the Spring-barrel *a a*. At *c c* is a Piece vvith eight Pins in it, that diſcharges the running Wheels every eighth Part of a Minute. This Wheel is alſo repreſented in Figure 14 by the Circle *h h*; it has 120 Teeth, and acts in a Pinion of 12 at *i*.

Thickneſs of the Rim about 0, 048 of $\frac{1}{4}$ inch.

The diſcharger and vvheel for the ſeconds, muſt be a little nearer the dial plate than according to this dravving ſo that the tops of the pins of the diſcharger may be even vvith the plain of the pillar plate.

The croſſes of the vvheel are alſo dravvn too broad at the outer end.

Diameter of the hole in the centre of the vvheel about 0, 23 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of that part of the ſpindle vvhich goes thro' the fourth vvheel arbor (thicker end) about 0, 108 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of each pivot 0, 045.

Length of the ſpring 10 inches, it's vveight 3 $\frac{1}{3}$ grains.

FIG. 5.

A A is the firſt Wheel, and *a a a a* is a Section of it. *b b b* is a Section of the Fuſee. B B is the outer Diameter of a Rat-

chet vvhich is fixed to the Inſide of the Fuſee, and the inner Circle CC is its inner Diameter, and it has 55 Teeth in it. *dddd* is vvhat I call the perpetual Ratchet, of vvhich *cccc* is a Section; there is a Ratchet vvith 75 Teeth in it on that Part marked *ff*, this is alſo ſhevvn in Figure 13 by the Circle *ee*, and this perpetual Ratchet is to carry the Barrel DD, vvhich Barrel contains the ſecondary Main-ſpring, and vvill be in the Inſide of the Fuſee at *gg*, and at that Part of the firſt Wheel *hh* the inner End of this Spring is to act, as that Part *hh* vvill be its Arbor. The dotted Lines E repreſent the Grooves in the Fuſee. The dotted Lines *ll* repreſent the upper Plate. The dotted Lines *mm* repreſent the Pillar Plate. The dotted Lines *nn* repreſent the Cock, vvhich carries the lovver End of the Arbor of the firſt Wheel. This Cock is alſo repreſented in Figure 13 at *dddd*. The Ratchet *ee* in Figure 13 has tvvo Clicks, vvhoſe Centres are at *ff*, and *gg* are the Springs vvhich act at theſe Clicks. In Figure 14 *bb* repreſents the firſt Wheel vvith 96 Teeth, acting in a Pinion of 21 at *c*.

## Fig. 6.

A is a Section of the Frame, vvith the Balance-cock, the Slide, and the Braſs Edge; and *a* is the Centre of the Joint-pin. B is a Section, vvhere *aa* repreſents the Balance-cock, *bb* the third Wheel-cock.

*e* the Cock at the End of the contrate Wheel.

BB eſt le diamètre extérieur du rochet qui eſt arrêté en dedans de la fuſée.

CC eſt ſon diamètre intérieur. Il a 55 dents.

*dddd* eſt ce que j'appelle le rochet perpétuel, & *cccc* en eſt le profil. Il a 75 dents dans la partie marquée *ff*. Il eſt auſſi repréſenté dans la Figure 13 par le cercle *ee*. Ce rochet perpétuel eſt deſtiné à conduire le barrillet DD qui contient le ſecond reſſort principal, & il doit être dans l'intérieur de la fuſée en *gg*. L'extrêmité intérieure de ce reſſort doit agir ſur la partie *hh* de la premiere roue, & cette partie *hh* ſera ſon arbre. Les lignes ponctuées *ll* repréſentent la platine ſupérieure, *mm* l'inférieure, & *nn* le coq, qui porte le bout inférieur de l'arbre de la premiere roue. On voit auſſi ce coq dans la Figure 13 en *dddd*. Le rochet *ee* dans cette Figure 13, a deux cliquets, dont les centres ſont en *ff*, & *gg* ſont les reſſorts qui agiſſent ſur ces cliquets. Dans la Figure 14, *bb* repréſente la premiere roue qui a 96 dents, & engréne en *c* dans un pignon de 21.

## Fig. 6.

A eſt le profil de la cage, du coq du balancier, de la couliſſe & de l'anneau de cuivre. *a* eſt le centre de la charniere. B eſt un profil dans lequel *aa* repréſente le coq du balancier, *bb* le coq de la troiſieme roue.

*c* eſt le coq qui eſt à l'extrêmité de la roue de chan.

*d* celui qui eſt à l'extrêmité de la quatriéme roue.

*e* la quatrieme roue.

*f* la ſuivante.

*g* la roue du balancier.

*h* la potence.

*i* le pignon de la roue du balancier.

*k* la contre-potence, qui porte auſſi l'autre bout de la quatrieme roue.

*m* le reſſort du barrillet.

*n* le crochet où eſt attaché le reſſort par le bout extérieur.

*o* le crochet de la roue de chan, où eſt attaché le bout intérieur du reſſort.

*r* la cinquieme roue, avec le piton qui doit arrêter la détente.

S la platine ſupérieure.

T la platine des piliers.

## Fig. 7.

C'eſt la détente, pour remonter la Montre huit fois dans chaque minute. La partie *a* agit ſur les huit pointes de l'arbre de la roue de chan. *b* eſt un rouleau qui preſſe une piece de cuivre ſur l'arbre de la cinquieme roue. *dd* ſont des morceaux de cuivre qui la tiennent en équilibre. E repréſente le reſſort qui agit ſur cette piece. Son centre eſt en *x* dans la Figure 14.

*d* the Cock at the End of the fourth Wheel.

*e* the fourth Wheel.

*f* the Follovver.

*g* the Balance-vvheel.

*h* the Potence.

*i* the Balance-vvheel Pinion.

*k* the Counter-potence, vvhich alſo carries the other End of the fourth Wheel.

*m* the Spring-barrel.

*n* the Hook in it, vvhere the out End of the Spring hangs.

*o* the Hook at the contrate Wheel, vvhere the inner End of the Spring is hung.

*r* the fifth Wheel, vvith the Pin vvhere the Dittent is to ſtop;

*S* the upper Plate.

T the Pillar-plate.

## FIG. 7.

Is the Dittent, by vvhich is the Diſcharge for vvinding up eight Times in a Minute. The Part *a* acts at the eight Pins on the contrate Wheel-arbor. *b* is a Roller acting againſt a Piece of Braſs on the fifth Wheel-arbor. *c* is a Piece that ſtops againſt a Pin in the Rim of the fifth Wheel. *dd* are Pieces of Braſs to make it in an Equilibrium in itſelf; and E is the Spring vvhich acts upon it. The Centre of this Dittent is at *x* in Figure 14.

FIG. 8.

*a a* are the Pallets of ten times the Size that they are in the Time-keeper. The dotted Lines from 24ths of the Circle, ſhevv the Povver the Balance-vvheel has to impede the Motion of the Balance by the Declivity on the Back of the Pallets, at any the ſame time vvhenever it ſhall have the greateſt Povver to give it Motion.

FIG. 9.

Is to ſhevv the Proportion betvveen the Balance, the Balance-vvheel, the Balance-vvheel Teeth, the Pallets, and at vvhat Diſtance the Wheel acts from the Centre of the Balance. AA repreſents the Balance, BB the Balance-vvheel, *a a* the Pallets, and *b b b b b b* the Balance-vvheel Teeth.

FIG. 10.

A is the Counter-potence, vvith the Followver *a*, and a ſmall Screvv at *c*, to ſtop vvhen at its proper Place, and *x* is the Centre of the fourth Wheel.

B is the Cock for the Minute-vvheel.

C is the Steel Bridge.

D is a Cock for the contrate Wheel.

E is a Cock at the firſt Wheel.

F is a Cock at the contrate Wheel on the Pillar-plate.

FIG. 11.

FIG. 8.

*aa* ſont les palettes dix fois auſſi grandes qu'elles ſont dans la Montre. Les lignes ponctuées qui viennent des vingt-quatriemes parties du cercle marquent la force de la roue du balancier, pour retarder ſon mouvement par l'inclinaiſon du dos des palettes, & pour marquer en même tems le point où elle doit avoir la plus grande force pour le mettre en mouvement.

FIG. 9.

Cette figure eſt deſtinée à marquer la proportion entre le balancier, la roue du balancier, chaque dent de cette roue, les palettes, & à quelle diſtance la roue agit par rapport au centre du balancier.

A A repréſente le demi-diamètre du balancier, B B la roue du balancier, *aa* les palettes, & *bbbbbb* les dents de la roue du balancier.

FIG. 10.

A eſt la contre-potence, avec la piece *a* qui l'accompagne & une petite vis en *c*, pour l'arrêter lorſqu'elle eſt bien placée, & *x* eſt le centre de la 4^e^. roue.

B eſt le coq pour la roue des minutes.

C eſt le pont d'acier.

D eſt un coq pour la roue de chan.

E eſt un coq pour la premiere roue.

F eſt un coq pour la roue de chan ſur la platine des piliers.

FIG. 11.

C'eſt la détente qui arrête le balancier avant que la Montre ait achevé ſa révolution. Le centre de ſon mouvement eſt en *b* dans la figure 14.

A eſt le reſſort de la boete pour fermer la Montre.

Le diamètre du trou de la grenouille, ou ſa plus grande ouverture, eſt environ 0, 19 d'un quart de pouce.

Le diamètre du pivot ſupérieur eſt 0, 22, & du pivot inférieur, 0, 09.

FIG. 12.

A A repréſente la platine ſupérieure. B B le balancier.

*aa* le thermométre. *bb* le reſſort du balancier. *cc* la couliſſe pour ajuſter le thermométre par un bout.

*d* le piton. *e* la cycloïde artificielle. *f* une piéce pour l'ajuſter de manière qu'elle porte convenablement ſur le reſſort.

FIG. 13.

*aaaaaa* le pied du bord de la platine de cuivre.

*bb* le rochet au reſſort du barrilet. *c* le cliquet. *dddd* le coq à l'extrêmité de la premiere roue.



Digitized

FIG. 11.

Is the Dittent, vvhich is to ſtop the Balance before the Watch be dovvn. It turns upon a Centre at *t* in Figure 14. A is the Locking-ſpring.

Diameter of the hole in the Socket. ( Its' vvider end ) about 0, 19 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of the upper pivot 0, 22. Diameter of the lovver pivot 0, 09.

FIG. 12.

A A repreſents the upper Plate. BB the Balance.

*aa* the Thermometer.

*bb* the Balance-ſpring.

*cc* Slider to adjuſt the Thermometer end-vvay.

*d* the Stud.

*e* the artificial Cycloid.

*f* a Piece to adjuſt it ſo as to bear properly againſt the Spring.

FIG. 13.

*aaaaaa* the Feet of the Braſs Edge.

*bb* the Ratchet at the Spring-barrel.

*c* the Click.

*dddd* the Cock at the End of the firſt Wheel.

*e e* a Ratchet.

*f f* the Centres of the two Clicks which act in it.

*g g* the two Springs that act at them.

*h h h h h h* the ſix Pillars of the Frame.

*i i* the Steel Bridge.

*k k k* two Wheels that carry the Seconds, one being on the contrate Wheel-arbor, the other moving on the Cannon-pinion.

*l* the Cannon-pinion.

*m m* the Minute-wheel.

*n* the Hour-pinion.

*o o* the Hour-wheel.

FIG. 14.

*a a a a a a* the ſix Pillars of the Braſs Edge.

*b b* the firſt Wheel.

*c* the Centre-pinion.

*d d* the ſecond Wheel.

*e* the ſecond Pinion.

*f f* the third Wheel.

*g* the third Pinion.

*h h* the contrate Wheel, and the fourth Wheel.

*i* the Balance-wheel Pinion.

*k* the fourth Pinion.

*l l* the fifth Wheel.

*m* the fifth Pinion.

Digitized by Google

*ee* un rochet.

*ff* les centres des deux cliquets qui agiſſent ſur ce rochet.

*gg* les deux reſſorts qui les preſſent.

*hhhhhh* les ſix piliers de la platine.

*ii* le pont d'acier.

*kkk* les deux roues qui donnent les ſecondes, l'une étant ſur l'arbre de la roue de chan, & l'autre ſe mouvant ſur le canon du pignon.

*l* eſt le canon du pignon.

*mm* la roue des minutes.

*n* le pignon des heures.

*oo* la roue des heures.

## FIG. 14.

*aaaaaa* les ſix piliers du bord de la platine de cuivre.

*bb* la premiere roue.

*c* le pignon du centre.

*dd* la ſeconde roue.

*e* le ſecond pignon.

*ff* la troiſieme roue.

*g* le troiſieme pignon.

*hh* la roue de chan & quatrieme roue.

*i* le pignon de la roue du balancier.

*k* le quatrieme pignon.

*ll* la cinquieme roue.

*m* le cinquieme pignon.

*n n* le volant.

*o o* la roue du balancier.

*p* la potence.

*r r r r r r* les ſix piliers de la platine.

*s* le piton.

*t* le centre de la détente, pour arrêter le balancier.

*x* le centre de la détente qui le laiſſe aller.

*u u* la platine ſupérieure.

ϗ ϗ la platine des piliers.

FIG. 15.

On l'a deſſinée pour marquer le plan de ce qui eſt contenu ſous la platine ſupérieure, de la maniere qu'on l'a repréſenté dans la figure 12.

Pour tremper le fuſeau du balancier, le reſſort du balancier & les pignons.

Avant que de les plonger dans le métal (lorſqu'il eſt aſſez fondu), il faut en huiler la ſuperficie.

La chaleur du fuſeau du balancier doit être au 567^e^. degré du thermométre de Fahrenheit. On trouve ce degré de chaleur, en mêlant une partie d'étain avec 12 de plomb; mais pour le reſſort du balancier & pour les pignons, il faut mêler une partie d'étain avec 17 de plomb.

Chaque tour de la premiere roue (ou de la fuſée) eſt de $4\frac{4}{7}$ heures; de ſorte que $5\frac{1}{4}$ tours ſont préciſément 24 heures; $6\frac{1}{4}$ tours $28\frac{4}{7}$ heures, & $6\frac{9}{16}$ tours ſont 30 heures.

FIN.

*nn* the Fly.

*oo* the Balance-wheel.

*p* the Potence.

*rrrrrr* the ſix Pillars of the Frame.

*s* the Stud.

*t* the Centre of the Dittent, to ſtop the Balance.

*x* the Centre of the diſcharging Dittent.

*uu* the upper Plate.

ϗϗ the Pillar-plate.

FIG. 15.

Is what was deſigned for the Work on the upper Plate, which is now done in the Manner as repreſented in Figure 12.

For tempering the Balance-ſpindle, the Balance-ſpring, and the Pinions.

Before their being immerſed in the Metal (as juſt melted) let them be oiled over.

The Heat for the Balance-ſpindle 567 on Fahrenheit's Scale, the which is given by one of Pewter to 12 of Lead; but for the Balance-ſpring and the Pinions, let the Mixture be One of Pewter to 17 of Lead.

Each Turn of the firſt Wheel (or Fuſee) is $4\frac{4}{7}$ Hours; ſo $5\frac{1}{4}$ of its Turns is juſt 24 Hours; and $6\frac{1}{4}$ is $28\frac{4}{7}$ Hours; and $6\frac{9}{14}$ Turns equal to 30 Hours.

FINIS.

# *AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.*

QU'on me permette de rappeller ici en peu de mots ce que j'ai dit ſur l'invention de Mr. Harriſon dans l'Aſtronomie des Marins, *pag.* 251. Tout le monde connoit aujourd'hui l'acte du Parlement d'Angleterre rendu en 1714, par lequel la Nation Britannique promit dix mille livres ſterlings à celui qui découvriroit les longitudes en mer à un degré près, quinze mille ſi on les découvroit à deux tiers de degré près, & vingt mille à un demi-degré près.

En conſéquence de cet acte Mr. Jean Harriſon fit en 1726 une Pendule qui juſqu'à préſent ne s'eſt écartée du Ciel que d'environ une ſeconde par mois. Elle n'a jamais été nettoyée ni réparée, & ſon mouvement n'a été arrêté que deux fois ſeulement, lorſqu'on a été obligé de la tranſporter d'une maiſon à une autre.

En 1735 il fit une autre Machine ſur les mêmes principes, & il trouva le moyen de la mettre à l'abri des agitations de la mer. Il en fit un eſſai en 1736 dans un voyage de Porſtmouth à Lisbonne. L'heureux ſuccès de ce voyage l'anima à perfectionner cette invention. Il a fait depuis 1736 juſqu'à 1761 quatre Machines différentes, toutes appuyées ſur les mêmes principes, les unes plus grandes que les autres, & la quatrieme n'a que cinq pouces de diamètre.

En 1761 il eut ordre des Commiſſaires des longitudes de faire de nouveaux eſſais. Son fils fut embarqué pour la Jamaïque,

& l'on trouva au retour de ce voyage que la Montre ne s'étoit écartée de la longitude que de dix-huit milles, tandis que l'acte du Parlement étend la plus grande récompenſe juſques à trente milles ou un demi-degré de grand cercle.

En 1762 le Bureau des longitudes ſtatua que Mr. Harriſon feroit un ſecond voyage aux Indes occidentales, qu'on lui accorderoit 2500 liv. ſterling à compte de 10 mille qu'il recevroit lorſque le ſuccès ſeroit conforme à l'acte du Parlement, & qu'il auroit donné au Public tous les principes de ſa Montre. Après bien des altercations, ſon fils partit de Portſmouth le 28 de Mars 1764, arriva à la Barbade le 13 de Mai, & fut de retour en Angleterre le 18 Septembre.

Le Bureau des longitudes, après avoir examiné tous les certificats de Mr. Harriſon, décida le 9 Février 1765 d'un conſentement unanime, que cette Montre avoit déterminé les longitudes dans ce dernier voyage, beaucoup en deçà des limites preſcrites par l'acte de la Reine Anne; mais qu'on ne ſeroit autoriſé à lui adjuger le prix de dix mille livres ſterling qu'après qu'il auroit développé les principes de la conſtruction de ſa Montre, & la manière d'en faire de ſemblables.

En conſéquence de cette réſolution Mr. Jean Harriſon livra ſa Montre aux Commiſſaires, & leur en donna l'explication par écrit. Les Mathématiciens & Horlogers, nommés par le Bureau des longitudes, pour examiner toutes les parties de la Montre de Mr. Harriſon, lui livrerent un certificat dont voici la traduction.

" Nous ſouſſignés certifions que Mr. Jean Harriſon a dé-

" monté

Digitized by Google

„ monté ſa Montre en notre préſence, qu'il en a développé „ les principes & la conſtruction à notre entiere ſatisfaction, „ qu'il a répondu à toutes les queſtions que nous lui avons fai- „ tes, d'une manière très-ſatisfaiſante, que nous en avons com- „ paré les diverſes parties avec les deſſeins qu'il nous a pro- „ duits & que nous les avons toutes trouvées parfaitement con- „ formes à tous ces deſſeins. „

*Signé*, NEVIL MASKELYNE, Aſtron. Royal, JEAN MITCHELL, LUDLAM, &c.

Ce certificat lui valut 7500 liv., qui jointes à 2500 qu'il avoit reçues font 10 mille livres. Sa Montre reſta fermée ſous la clef dans l'Amirauté juſques au 26 d'Avril 1766, où elle fut dépoſée à l'Obſervatoire Royal de Greenvvich ; & le 23 de Mai ſuivant, il remit encore les trois autres Montres à Mr. Maſkeline conformément aux ordres du Bureau des longitudes.

Depuis ce tems-là les Horlogers François ont fait tous leurs efforts pour découvrir le ſecret de Mr. Jean Harriſon. Il a été inflexible. Mais ils ont trouvé le moyen de gagner quelques-uns de ceux qui ont ſigné le certificat, & ceux-ci leur ont appris tout ce qu'ils ont pu retenir. C'eſt apparemment ce qui a déterminé le Bureau des longitudes à publier l'Imprimé ci-joint.

J'ai cru que le Public m'auroit ſçu mauvais gré ſi je m'étois borné à lui donner une ſimple traduction d'un Écrit auſſi important. On trouve ici le texte ſans aucune altération tel qu'il a été imprimé à Londres par ordre du Bureau des longitudes, & l'on en a la traduction à côté pour être en état de la comparer avec l'Original. J'ai conſulté pluſieurs Anglois

à qui les deux langues ſont familieres & pluſieurs Horlogers, qui par la ſeule inſpection ſaiſiſſent aiſément les termes d'horlogerie. J'ai laiſſé aux uns & aux autres une copie exacte de mon Manuſcrit, & j'eſpére qu'en conſéquence de leur approbation on n'aura à me reprocher aucune altération ſenſible.

J'ai changé l'ordre peu important de quelques figures pour réduire à ſix les dix planches angloiſes ; mais je n'ai pas cru qu'il me fût permis d'augmenter ni de diminuer ſous aucun prétexte les dimenſions de chaque figure. Le Graveur les a toutes calquées avec beaucoup d'exactitude.

J'ai cru qu'il n'étoit pas néceſſaire de traduire littéralement le nom que Mr. Harriſon donne à ſa Machine, pour la diſtinguer des Montres communes. Il la nomme *Time-keeper*, ce qui à la lettre ſignifie *Gardien du tems*. Mr. Maſkelyne ne lui donne ce nom que dans le titre de ſes Remarques. Par-tout ailleurs il appelle cet Inſtrument une *Montre*, *Watch*.

On ne trouvera pas dans les figures les mêmes nombres pour les dents des roues & des pignons qu'on trouve dans les explications. J'ai lieu de croire que ces explications ont été faites après coup, & qu'on n'a pas voulu altérer les figures. Les explications ſont rélatives à la quatrieme Montre, & les nombres marqués dans les figures peuvent ſe rapporter à l'une des trois autres. Ces nombres ne ſont pas eſſentiels, & ils ne ſervent qu'à déterminer celui des battemens du balancier. Ainſi dans l'explication des figures Mr. Harriſon donne à la grande roue 96 dents, au pignon 21, à la deuxieme roue 120, au pignon 18, à la troiſieme 144, au pignon 16, à la roue de

Digitized by Google

chan 120, au pignon 12. Le produit de ces quatre rapports eſt $\frac{12}{7} \times 600$. Et ſi le nombre des dents de la roue de rencontre n'eſt que 15, on aura en le doublant pour un tour de la grande roue $\frac{12}{7} \times 18000$ battemens. Mais cette roue fait un tour dans 4 heures & $\frac{4}{7}$ ou $\frac{12}{7}$ d'une heure. Donc $\frac{12}{7} : \frac{12}{7} \times 18000$ battemens :: 1 heure : à 18000 battemens, & 3600″ ſont à 18000 :: 1″ à 5 battemens.

J'ai donné dans l'Aſtronomie des Marins, pag. 252 une idée générale du Pendule en forme de gril dont Mr. Maſkelyne parle dans ſes Remarques. C'eſt un chaſſis compoſé d'acier & de cuivre, ſemblable à peu près à un gril, de maniere, ai-je dit, que la contraction & la dilatation inégale de ces deux métaux conſerve toujours au centre d'oſcillation du Pendule la même diſtance au point de ſuſpenſion. J'ajoute que l'invention de ce chaſſis eſt vraiſemblablement puiſée dans l'excellent Mémoire que donna feu M. Caſſini à l'Académie Royale des Sciences en 1741. On y voit un levier dont un bras porte la lentille ſuſpendue à une verge d'acier mobile; le point d'appui eſt attaché à une autre verge d'acier immobile, & l'autre bras porte une lame de cuivre arrêtée par le haut à la verge immobile. Lorſque la chaleur en dilatant la verge d'acier mobile fait deſcendre la lentille, la même chaleur dilatant la lame de cuivre fait deſcendre ſon bras de levier, parce que cette lame de cuivre ne peut pas s'étendre par le haut; donc elle doit élever la lentille ſuſpendue à l'autre bras de levier, & toute la queſtion eſt de faire enſorte que les deux mouvements oppoſés de la lentille ſoient toujours égaux entr'eux. Ce qui ne dépend que de la proportion des

deux bras de levier aux dilatations de l'acier & du cuivre, & aux longueurs de la verge d'acier & de la lame de cuivre. Soit $m : n ::$ la dilatation du cuivre eſt à celle de l'acier, & $a : l ::$ la longueur de la lame de cuivre : à la longueur de la verge d'acier. L'abaiſſement de la lentille par la chaleur de l'acier, ſera égal à l'élevation de la même lentille par la chaleur de la lame de cuivre, lorſque le bras de levier qui porte le cuivre ſera au bras de levier qui porte la lentille ſuſpendue à la verge d'acier mobile, en raiſon compoſée de la longueur $a$ de la lame de cuivre à la longueur $l$ de la verge mobile d'acier, & de la différence $\overline{m-n}$ des dilatations à la dilatation $n$ de l'acier. Ce qui n'a preſque pas beſoin de démonſtration, ſur-tout lorſqu'on a lu le Mémoire de Mr. Caſſini.

Nous avions prévu dans l'annonce de cet Ouvrage qu'on feroit bien des remarques à Paris & à Londres ſur la conſtruction de cette Montre, & nous avions promis de les joindre à celles de Mr. Maſkelyne. Nous recevons dans le moment les obſervations de ce grand Aſtronome, & nous nous hâtons d'en donner ici le Réſultat qui ne groſſira pas beaucoup ce Volume & qui ſûrement eſt digne de la curioſité du Public.

# RÉSULTAT

*Des Obſervations de Mr. Maſkelyne ſur la Montre de Mr. Harriſon.*

LE Bureau des longitudes ſe détermina le 26 Avril 1766 à remettre à Mr. Maſkelyne la Montre de Mr. Harriſon pour en faire des expériences dans l'Obſervatoire Royal. Cette Montre lui fut remiſe à l'Amirauté le 5 du mois de Mai 1766 par le Secretaire de l'Amirauté Mr. Philippe Stephens.

Cette Montre fut comparée avec la Pendule de l'Obſervatoire Royal, depuis le 6 Mai 1766 juſques au 4e. Mars 1767 par Mr. Maſkelyne, en préſence de l'un des Officiers de l'Hôpital de Greenvvich, & avec toutes les précautions ordonnées par le Bureau des longitudes. On regloit la Montre ſur le tems moyen, & la Pendule ſur la révolution des étoiles, enſorte que la Pendule gagnoit environ une ſeconde de ſix en ſix minutes. Par ce moyen on avoit ſans autres fractions le rapport de la Montre avec la Pendule juſques à un douzieme d'une ſeconde.

On avoit reglé & préparé l'inſtrument des paſſages avant qu'on eût reçu la Montre pour obſerver à l'ordinaire le tems du paſſage du ſoleil & des étoiles fixes, de maniere qu'on n'y trouva qu'une variation d'un quart de ſeconde plus ou moins dans vingt-quatre heures.

La Montre fut placée horizontalement la face en haut de-

puis le 5 Mai juſques au 17 de 1766, & enſuite juſques au 6 Juillet, elle fut inclinée à l'horizon ſous un angle de 20°. la face en haut, en plaçant ſucceſſivement au plus haut les heures XII, VI, III, IX. Enſuite on la mit dans une poſition verticale, en plaçant de même ſucceſſivement au plus haut les même heures; enfin on la plaça horizontalement avec la face en bas.

Depuis le 6 de Juillet 1766 juſques au 4 Mars 1767 elle a toujours reſté dans ſa poſition horizontale la face en haut, & dans la même boete où Mr. Harriſon l'avoit enfermée dans le voyage aux Barbades.

Mr. Maſkelyne a donné au Public par ordre du Bureau des longitudes le détail de ſes obſervations & de ſes calculs jour par jour, depuis le 6 Mai 1766 juſques au 4 Mars 1767. Ceux qui ſeront curieux de ce long détail le trouveront à Londres chez Jean Nourſe. Nous n'en donnerons ici que le Réſultat qui ſuffit pour donner une idée de cette Montre. On y voit qu'elle avança dès le commencement d'environ 20 ſecondes par jour; & comme dans le voyage des Barbades elle étoit reglée à fort peu près ſur le tems moyen, il s'enſuit qu'on ne peut pas la démonter & la nettoyer ſans altérer notablement ſa marche; ce qui ne s'accorde pas avec les premieres aſſertions de Mr. Harriſon. Cependant ſi elle alloit toujours uniformément, elle ſeroit également utile, & il n'y auroit d'autre inconvénient que l'embarras du calcul dans l'uſage qu'on voudroit en faire.

Dans le deſſein où l'on étoit d'avoir une Montre qui ne variât pas plus de 2 minutes dans 6 ſemaines, qui eſt à peu près

le tems d'un voyage aux Indes occidentales; il falloit que cette Montre ne variât que de 3 ſecondes par jour en prenant un milieu; car 3 ſecondes par jour dans 42 jours ou 6 ſemaines font 126″ ou 2′ 6″.

Depuis le 6 juſques au 17 Mai 1766 la Montre placée horizontalement gagna par un milieu 19″, 5 par jour. Depuis le 6 Juillet, lorſqu'elle fut de nouveau placée horizontalement juſques à la fin du même mois, elle gagna par un milieu 19″, 1 par jour; ce qui ne différe pas d'une demi-ſeconde de la quantité moyenne des 11 premiers jours où elle fut à l'Obſervatoire.

Mais dans les deux mois ſuivans d'Août & Septembre, & la premiere moitié d'Octobre, la Montre alla de 7 à 10″ par jour plus lentement qu'elle ne faiſoit auparavant; enſorte qu'elle n'avança dans le mois d'Août que de 12″, 4, dans le mois de Septembre de 12″, 2, & dans les quinze premiers jours d'Octobre de 12″, 8 par jour. Ce changement ſe fit au commencement d'Août dans le peu de jours que nous eumes d'une grande chaleur l'été dernier; quoique cette chaleur ne fût pas extrême, puiſque le thermométre de Farenheit dans les maiſons ne monta pas au-deſſus de 73°. Le reſte de l'été fut notablement tempéré. Mr. Maſkelyne dit qu'il ne ſçait pas ſi cette différence a été occaſionnée par la chaleur de l'été; car quoique la chaleur n'ait continué que pendant quelques jours, la même différence ſubſiſta juſqu'au milieu d'Octobre; & la Montre alla plus lentement de 7 à 10″ par jour qu'elle n'alloit au commencement. Mais environ au milieu d'Octobre elle revint preſque au même point où on l'avoit vue au commencement lorſqu'elle

fut portée à l'Obſervatoire. Car dans la ſeconde moitié d'Octobre ſa marche fut par un milieu à raiſon de 19″, 1 par jour, & en Novembre elle avança de 18″, 1 par jour ; mais en Décembre elle retarda de nouveau, ne gagnant plus dans ce tems là que 13″, 7. Vers la fin du mois elle retarda de plus en plus, à meſure que le tems devenoit plus froid, & à la fin elle ne gagna plus que 7″ par jour, c'eſt-à-dire, qu'elle alla plus lentement de 12″ $\frac{1}{2}$ par jour, qu'elle n'avoit fait au commencement ; quoique le thermométre placé à coté de la Montre ne fût jamais dans ce mois au terme de la glace. Dans le mois de Janvier de l'année préſente, la Montre a été fort irréguliere n'ayant perdu dans certains jour que peu de ſecondes, quoique dans ce mois elle ait gagné par un milieu 6″, 2 par jour. Il paroit que ces variations & irrégularités ont été occaſionnées par la gêlée, le thermométre étant deſcendu quelquefois dans les maiſons à 32°. au deſſous du terme de la glace. Le plus grand froid indiqué par le thermométre fut de 25°. le 10 Janvier de cette année, & ce jour-là la Montre perdit près d'une ſeconde, ou alla plus lentement qu'au commencement de 20″ $\frac{1}{2}$. Mais la plus grande perte fut le 4 Janvier de 6″ $\frac{1}{2}$, puiſqu'elle alla plus lentement de 26″ par jour qu'elle n'avoit fait au commencement ; quoique le thermométre ne fût deſcendu ce jour là que d'environ 1°. au deſſous de la glace. Mais il ne paroit pas qu'il y ait une liaiſon réguliere entre ces variations de la Montre & celles du thermométre ; le même degré du thermométre répondant à des variations très-différentes de la Montre en différents jours, juſques à 15″. Néanmoins il

paroit

paroit en général que la gelée a été cauſe de ces irrégularités, & qu'elle a fait marcher la Montre beaucoup plus lentement dans le mois de Janvier qu'elle ne faiſoit au commencement. Ainſi le froid paroit avoir occaſionné autant de retardement en Janvier que la chaleur avoit occaſionné d'avancement dans le mois d'Août. Dans le mois ſuivant, c'eſt-à-dire, en Février, le thermométre étant toujours au deſſus de 40°., la Montre gagna en raiſon de 16″, 6 par jour, de 3″ par jour moins qu'elle n'avoit gagné au commencement lorſqu'elle fut portée à l'Obſervatoire.

La plus grande différence de la marche de cette Montre fut dans deux jours de 28″, depuis le 7 Mai 1766 juſques au 4 Mars 1767 ; ſon plus grand avancement ayant été de 21″, 5 le 25 Octobre 1766, & ſon plus grand retardement de $6'' \frac{1}{2}$ le 4 Janvier dernier.

Selon le compte que Mr. Guillaume Harriſon rendit au Bureau des longitudes avant ſon dernier départ pour les Barbades, la Montre devoit avancer de 1″ par jour de 10 en 10 degrés de la deſcente du thermométre, & retarder d'autant de 10 en 10 degrés de ſon élévation : mais il paroit que ſa marche a été trop irréguliere pour ſuivre cette regle ou pour mériter qu'on ait égard dans le calcul à cette analogie, ni pour donner quelque fondement à établir une regle certaine des variations de la Montre correſpondantes aux différents degrés du thermométre.

On n'a pas obſervé que la marche de la Montre ait été affectée par les changements de température dans l'air indiqués par le baromètre.

Mr. Maſkelyne donne enſuite une idée de la marche de cette Montre dans ſes différentes poſitions depuis le 17 Mai juſques au 6 Juillet 1766. Elle fut inclinée à l'horizon ſous un angle de 20°. depuis le 17 juſques au 22 Mai, l'heure XII étant au plus haut, & elle gagna par un milieu 19″, 7 par jour; du 22 au 27 Mai ſous la même inclinaiſon, mais avec l'heure VI au plus haut, elle gagna 23″, 0 par jour; du 27 Mai au 3 Juin avec la même inclinaiſon, & avec l'heure III au plus haut, elle gagna 12″, 4 par jour, & du 3 ou 8 Juin, ſous la même inclinaiſon, avec l'heure IX au plus haut, elle gagna 14″, 0 par jour. On voit au premier coup d'œil que ces irrégularités ſont trop grandes entr'elles & rélativement à la poſition horizontale, & qu'elles ſuffiſent pour détruire la régularité de la Montre à la mer, quelque ſoin qu'on ait de la placer horizontalement, au cas qu'elle ſoit ſuſceptible de 20°. d'inclinaiſon par le mouvement du navire. Mr. Harriſon condamne abſolument l'uſage des ſuſpenſions à la façon des bouſſoles, prétendant qu'elles peuvent produire des mouvements irréguliers dans le balancier, qui ſeroient d'une conſéquence plus dangereuſe que ceux qu'il veut corriger. Il croit au contraire qu'il eſt à propos d'arrêter la boete où la Montre eſt enfermée, & de la fixer à quelque partie ſolide du vaiſſeau, afin qu'elle ſoit forcée d'obéir à tous ſes mouvements. Il prétend que ces mouvements dans les grands vaiſſeaux ſont beaucoup au deſſous de 20°. ou que le plus grand roulis eſt de 15°., & la plus grande inclinaiſon l'orſqu'il revire de bord eſt de 12°. Il obvie à ces mauvais effets, en altérant la poſition de la Montre dans ſa boete,

de maniere qu'elle reprenne ſa poſition horizontale toutes les fois que le vaiſſeau revire de bord ; mais il eſt forcé de la ſoumettre au roulis. Il eſt difficile de déterminer l'erreur que cette cauſe peut produire dans la Montre & de ſçavoir combien elle ſera plus ou moins grande dans différents voyages ; mais par les variations dont on vient de faire mention, ſous l'inclinaiſon de 20°., il eſt probable que cette erreur ſera de conſéquence dans un voyage de 6 ſemaines.

On a auſſi éprouvé cette Montre dans la poſition verticale, en plaçant ſucceſſivement en haut les heures XII, VI, III & IX, depuis le 8 Juin juſques 1^er^. Juillet, & on a trouvé qu'elle gagnoit 29″, 5 par jour par un milieu dans la premiere poſition ; qu'elle perdoit 2″, 0 par jour dans la ſeconde poſition ; qu'elle gagnoit 3″, 5 par jour dans la troiſieme poſition ; & qu'elle gagnoit 4″, 0 par jour dans la quatrieme poſition. On a auſſi trouvé qu'elle gagnoit 12″, 6 par jour dans une poſition horizontale avec la face en bas, & qu'elle perdoit environ 7″ par jour avec la face en haut.

On voit que par ces expériences on n'a pas prétendu marquer quelle ſeroit la marche de la Montre à la mer, où elle ne ſçauroit avoir aucune de ces poſitions ; on a voulu ſeulement déterminer combien l'exécution de la Montre de M^r^. Harriſon s'approche ou s'écarte de ſes principes pour rendre iſochrones les arcs grands ou petits décrits par le balancier. L'expérience démontre clairement que la correction qu'il a imaginée n'eſt pas exacte, & que ce n'eſt qu'une approximation ; puiſque la Montre avance de 3 ou 4″ par jour lorſque les heures III

& IX ſont au plus haut, c'eſt-à-dire, de 16″ moins que dans la poſition horizontale, & qu'en prenant un milieu lorſque les heures VI & XII ſont au plus haut, elle avance d'environ 13″ $\frac{1}{4}$, ou de 6″ moins que dans la poſition horizontale On a pris le milieu entre ces deux dernieres poſitions, parce que Mr. Harriſon donne plus de peſanteur à ſon balancier auprès de l'heure XII, pour corriger l'erreur qui réſulte des mouvements contraires du thermométre occaſionnés par ſon poids dans ces deux différentes poſitions.

Après avoir déterminé la marche de la Montre de jour en jour, Mr. Maſkelyne la détermine de 6 en 6 ſemaines, qui eſt le tems qu'on employe communément pour les voyages aux Indes occidentales, & le ſeul où elle ait été éprouvée juſqu'a préſent en mer.

Depuis le 6 de Mai 1766 juſques au 4 de Mars 1767, on a 6 révolutions de 6 ſemaines chacune, pendant leſquelles la Montre a été éprouvée dans une poſition horizontale avec la face tournée en haut, ſans y comprendre les 20 jours où elle a été éprouvée dans les autres poſitions différentes. Il faut donc voir ce qu'elle a gagné dans ces différentes révolutions ; afin qu'en les comparant enſemble on puiſſe juger probablement, juſqu'à quel point elle doit déterminer chaque longitude dans un voyage aux Indes occidentales.

Par l'obſervation des paſſages du Soleil au Méridien, ſelon le tems de la Pendule de l'Obſervatoire comparé à celui qui étoit marqué par la Montre de Mr. Harriſon, on trouve que la Mon-

Digitized by Google

tre avoit avancé ſur le tems moyen dans les jours ſuivans où l'on a fait ces obſervations, en cette maniere : ſçavoir,

| | | | M. | S. |
|---|---|---|---|---|
| 1766 | Mai | 6 | 0. | 16,2 |
| | | 17 | 3. | 51,8 |
| | Juillet | 6 | 14. | 14,0 |
| | Août | 6 | 23. | 58,4 |
| | Septembre | 17 | 32. | 15,6 |
| | Octobre | 29 | 42. | 20,9 |
| | Décembre | 10 | 54. | 46,8 |
| 1767. | Janvier | 21 | 1h. | 0. 28,6 |
| | Mars | 4 | 1h. | 11. 23,0 |

Ainſi du 6 au 17 Mai 1766 dans 11 jours la Montre a gagné 3′ 36″, & du 6 Juillet au 6 Août en 31 jours, elle a gagné 9′ 44″. Donc

Dans les premieres 6 ſemaines étant placée horizontalement, } elle a gagné 13′ 20″, qui répondent à 3° 20′ de longitude.

Dans la 2e révolut. de 6 ſemaines { du 6 Août au 17 Septembre } ----- 8′. 17″ ------- 2. 4

Dans la 3e révolut. { du 17 Sept. au 29 Octobre } ---- 10. 5 --------- 2. 31

Dans la 4e révolut. { du 29 Octobre au 10 Décembre. } ---- 11. 26 --------- 3. 6

Dans la 5e révolut. { du 10 Déc. au 21 Janvier 1767 } ----- 5. 42 --------- 1. 25

Dans la 6e & derniere révolution. { du 21 Janvier au 4 Avril 1767 } ---- 10. 54 --------- 2. 43

Par où l'on voit, que la Montre a gagné en 6 ſemaines de 5′ 42″ à 13′ 20″, ou de 1°. 25′ à 3°. 20′ de longitude, c'eſt-à-dire, très-différemment dans les différentes révolutions. Il eſt vrai, que ſi la Montre gagnoit également dans chaque période de 6 ſemaines, ou même dans deux révolutions conſécutives, elle ſeroit auſſi utile dans les mains d'un bon Obſervateur, que ſi elle ne varioit du tout point. Car on doit aſſurer la marche de la Montre par des obſervations aſtronomiques pendant ſix ſemaines avant le voyage, afin que l'ayant connue on y ait égard lorſqu'on eſt à la mer.

Puiſqu'il eſt évident que la marche de la Montre n'a pas été la même dans les différentes périodes de 6 ſemaines; il faut maintenant examiner quelle eſt ſa différence dans les révolutions qui ſe ſuivent immédiatement. Or on trouvera clairement que dans la 2e. révolution ſa marche étoit moindre que dans la 1re. de 5′ 3″ qui répondent à 1°. 16′ de longitude.

Dans la 3e. révolut. ſa marche étoit
plus grande que dans la 2e. de -- 1. 48 - - - - - - - - 0. 27
Dans la 4e. révolut. elle étoit plus
grande que dans la 3e. de - - - - 2. 21 - - - - - - - - 0. 35
Dans la 5e. révolut. elle étoit moindre que dans la 4e. de - - - - - - 6. 44 - - - - - - - - 1. 41
Dans la 6e. révol. elle étoit plus grande que dans la 5e de - - - - - 5. 12 - - - - - - - - - 1. 18

Il eſt donc évident que de ces cinq différences, il n'y en a qu'une qui ſoit moindre qu'un demi-degré, une autre entre un

demi-degré & 40′ ; & que les autres trois différences ſont toutes au deſſus d'un degré. En ſuppoſant donc que la marche de la Montre de Mr. Harriſon ſoit la même à la mer qu'elle a eté à terre, il ſuit des comparaiſons précédentes, que la probabilité pour aſſurer la longitude dans un voyage aux Indes occidentales à un demi-degré près eſt à la probabilité oppoſée comme 1 eſt à 4, & que la probabilité pour la longitude à 40′ près ou à deux tiers d'un degré eſt à la probabilité contraire comme 2 eſt à 3.

Mais ſi l'on excepte la cinquieme révolution de 6 ſemaines, pendant laquelle le thermométre placé auprès de la Montre fut quelquefois au deſſous de 32° ou du terme de la glace, les différences dans les autres cinq révolutions ſeront 5′. 3″; 1′. 48″; 2′. 21″ & 1′. 34″ qui répondent à 1°. 16′. ; 0°. 27′; 0°. 35′ & 0°. 23′ de longitude. De ces quatre réſultats le ſecond & le 4ᵉ. ſont au deſſous d'un demi-degré, le 3ᵉ. entre un demi-degré & 40′, & le 1ᵉʳ. ſeul au deſſus d'un degré.

De là il ſuit que ſi la Montre n'eſt jamais expoſée à un degré de froid qui approche de la gelée, les probabilités ſont égales pour & contre la détermination de la longitude à un demi-degré près dans un voyage de ſix ſemaines, & la probabilité que la Montre conſervera la longitude à 40′ près ou à 2 tiers d'un degré eſt à la probabilité contraire comme 3 eſt à 1.

Ces conſidérations ſuffiſent pour faire comprendre ce qui a déterminé Mr. Harriſon à ſouhaiter que ſa Montre fût expoſée à deux voyages aux Indes occidentales. Sa prudence lui a fait comprendre qu'il falloit s'en tenir à ces voyages indiqués par

l'acte du Parlement, pour aſpirer à la plus grande récompenſe, au cas que ſa Montre pût déterminer la longitude à un demi degré près, ſoit que ſa méthode fût ou ne fût pas généralement utile & praticable.

De tout cela Mr. Maſkelyne conclud que la Montre de Mr. Harriſon peut aſſurer la longitude à un degré près dans un voyage de ſix ſemaines aux Indes occidentales; mais qu'elle ne peut l'aſſurer à un demi-degré près que dans un voyage de quinze jours, & que dans ce cas on doit la placer dans un lieu où le thermométre ſoit toujours élevé de quelques degrés au deſſus du terme de la glace: que dans le cas où le froid arrive au terme de la glace, la Montre ne peut déterminer la longitude à un demi-degré près que pendant peu de jours & peut être moins, ſi le froid eſt fort intenſe: que néanmoins cette invention eſt bonne & valable, & qu'en la joignant aux obſervations des diſtances de la Lune au Soleil & aux Étoiles fixes, elle ſera très-avantageuſe à la navigation.

Les obſervations précédentes ont été continuées juſques au 4 Mars de cette année 1767. Dès que Mr. Harriſon en eut connoiſſance, il préſenta un mémoire au Bureau des longitudes. Il dit que le dernier acte du Parlement lui adjuge les dix mille livres qui lui ſont encore dûes pour la découverte des longitudes, lorſqu'il aura fait d'autres Montres marines qui auront été trouvées par le Bureau capables de déterminer la longitude à un demi-degré près. Mr. Harriſon s'eſt engagé à en faire deux autres. Il avoit pris cet engagement dès le 24 Mai 1766 par une lettre écrite aux Commiſſaires. Il voudroit,

ſans

ſans l'exiger abſolument, que l'examen de ces deux Montres ſe fît à Londres ou à Weſtminſter, pour être en état d'aſſiſter tous les jours lui-même à l'examen qu'on en feroit. Son Fils fut interrogé le 11 d'Avril 1767 par le Préſident du Bureau. On lui demanda en combien de tems il auroit fait ces deux Montres ? Il répondit qu'il lui falloit ſix ou huit mois. On lui demanda à qui appartiendroient ces Montres ? Il répondit que la récompenſe avoit été promiſe pour l'*invention* & nullement pour la *propriété* des Montres. Le Bureau en convint ; mais on voulut ſçavoir à quel prix il les livreroit. Il répondit que le Bureau auroit toujours la préférence. On lui demanda ſi ſon Pere étoit diſpoſé à donner de plus amples inſtructions aux autres ouvriers ? Il répondit qu'après avoir reçu le reſte de la récompenſe qui lui étoit dûe, lui & ſon Pere s'engageroient par ſerment à en donner toutes les explications qu'on voudroit exiger d'eux.

On lui demanda s'il vouloit accepter la nouvelle maniere dont on s'étoit propoſé d'examiner ſes deux Montres, & on lui en remit la minute. Il demanda du tems pour conſulter ſon Pere. On lui demanda s'il croyoit que ſon Pere agréeroit ce projet. Il répondit qu'il étoit bien certain que ſon Pere ne conſentiroit pas que ſes Montres fuſſent miſes à l'épreuve pour un tems plus long que celui d'un voyage aux Indes occidentales déterminé par l'acte paſſé ſous la Reine Anne ; que ſi les Montres étoient envoyées à Greenwich, elles ſeroient entre les mains d'un ennemi commun, & que pour ſe trouver tous les jours à la vérification, lui ou ſon Pere auroient trop de tems

à perdre; au lieu qu'en les plaçant à Londres c'étoit une affaire d'une demi-heure par jour. On prétendit cependant que l'Obſervatoire de Greenvvich étoit plus ſolide qu'aucune maiſon de Londres où le mouvement des caroſſes pourroit occaſionner quelque agitation aux Pendules. Cette objection eſt bien foible ; on ne l'a jamais faite à Mr. Graham dont les Pendules étoient placées dans *Fleemſtreet*. Mr. Harriſon indique quelques endroits qui ne ſont pas expoſés à cette agitation des caroſſes, où l'on peut très-bien obſerver le mouvement des aſtres.

La déciſion du Bureau fut que les deux Montres ſeroient éprouvées dans l'Obſervatoire Royal pendant l'eſpace de dix mois conſécutifs, de maniere cependant que ces dix mois renferment le tems le plus chaud & le tems le plus froid; on veut auſſi que ces épreuves ſoient renouvellées avec les précautions ordinaires pendant deux autres mois à bord d'un vaiſſeau placé dans les Dunes ; & enfin, ſi la chaleur naturelle de la ſaiſon dans le lieu de l'Obſervatoire où les Montres ſeroient placées ne ſe trouvoit pas aſſez forte pour faire monter à 86 degrés le thermométre de *Farenheit*, on veut qu'on lui procure une chaleur artificielle capable de l'élever à ce point.

Cette réponſe des Commiſſaires a paru bien dure aux amis de Mr. Harriſon & aux bons patriotes, qui craignent avec raiſon, que d'auſſi longs délais ne privent le Public des avantages qu'il devroit retirer de cette belle invention. Mr. Harriſon agé de 74 ans ſe croit diſpenſé de faire les nouvelles épreuves qu'on exige de lui. Il a rempli littéralement deux fois de ſuite toutes les conditions que l'ancien acte du Parlement avoit

Digitized by Google

preſcrites pour mériter la plus haute récompenſe. Pourquoi lui refuſer ce qu'il a gagné par quarante ans de travaux ? Pourquoi ne lui donne-t-on pas des à préſent la facilité de former des ouvriers & de perfectionner ſa Montre ? Les épreuves ſont bonnes, & l'on ne ſçauroit trop les répéter. Elles ſeront utiles au Public ; mais il nous paroit qu'elles doivent être précédées par la récompenſe qui eſt dûe inconteſtablement à celles qui ont été faites dans les deux voyages l'un à la Jamaïque & l'autre à la Barbade, ſelon les termes de l'acte du Parlement ſous l'année 13^e^. du regne de la Reine Anne.

Digitized by Google

1.

# Planche 1.

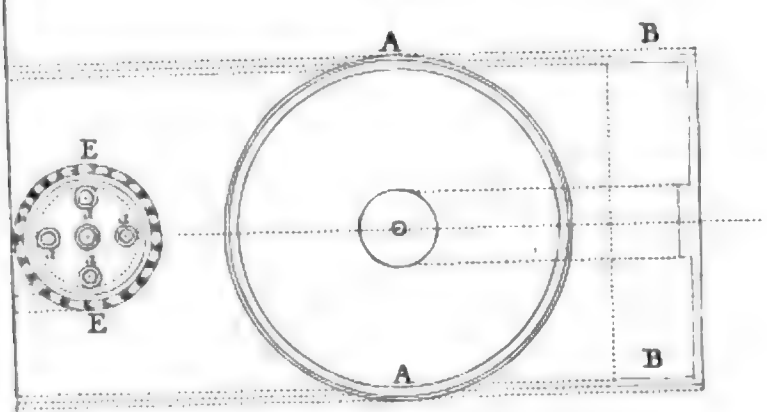


Fig. 3.

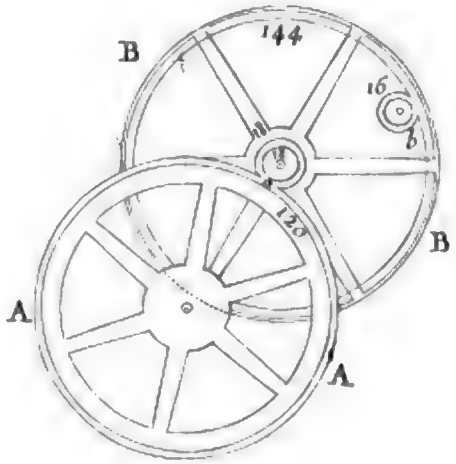



Fig. 4.

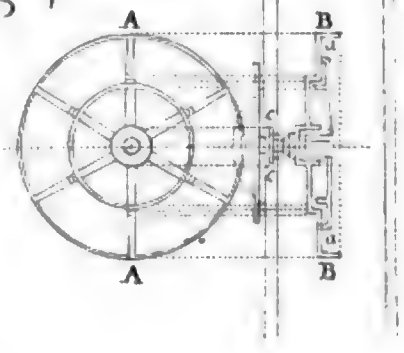
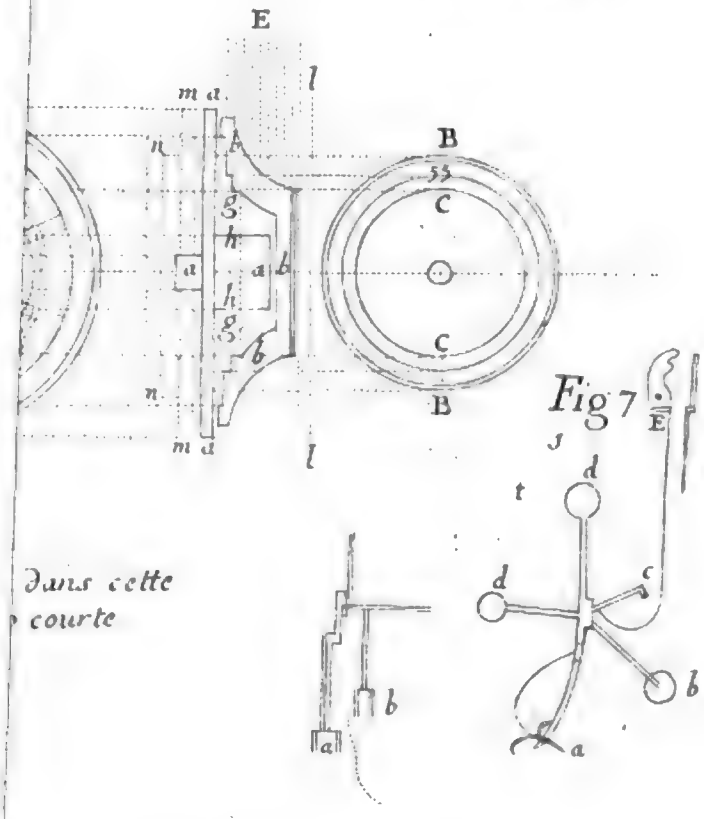
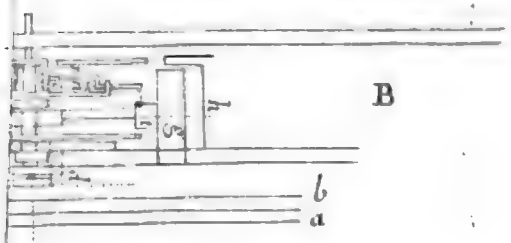
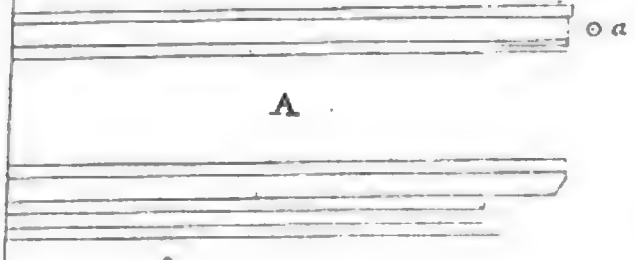


*Planche II.*



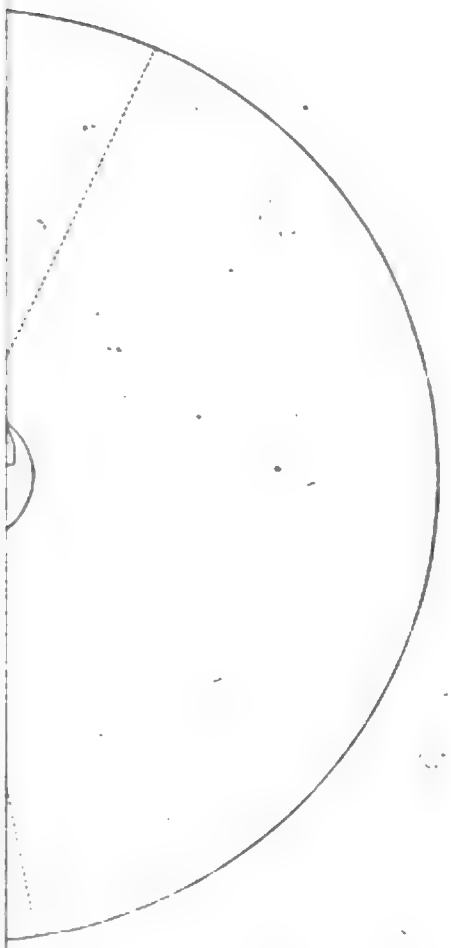

Dans cette
courte




*Faure Sculpsit*

*hc m*



Digitized by Google

*Planche IV.*

9.

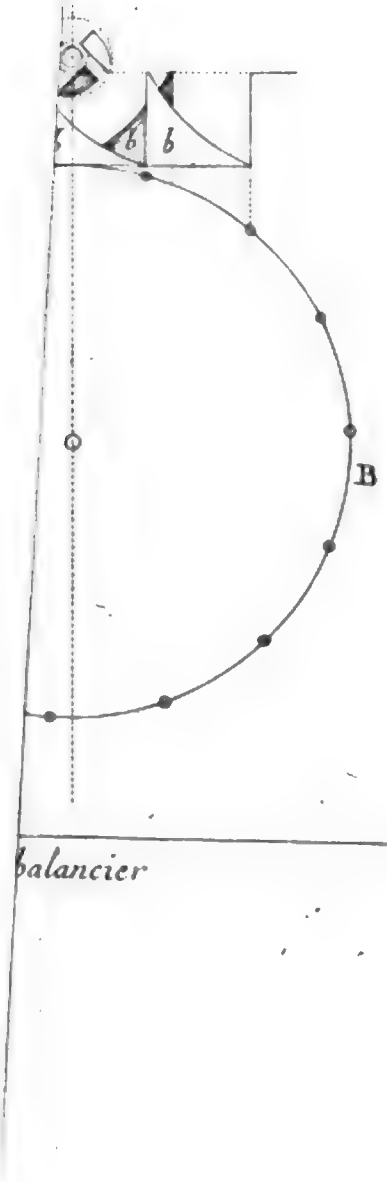


*Planche V*

*Fig. 11.*

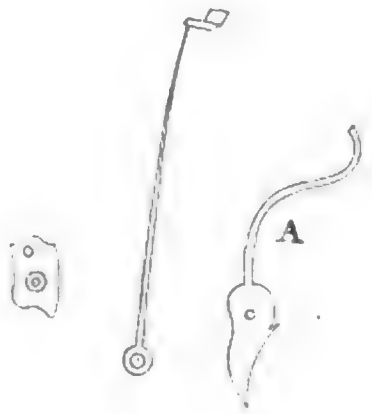


*Planche VI.*

*Fig. 13.*

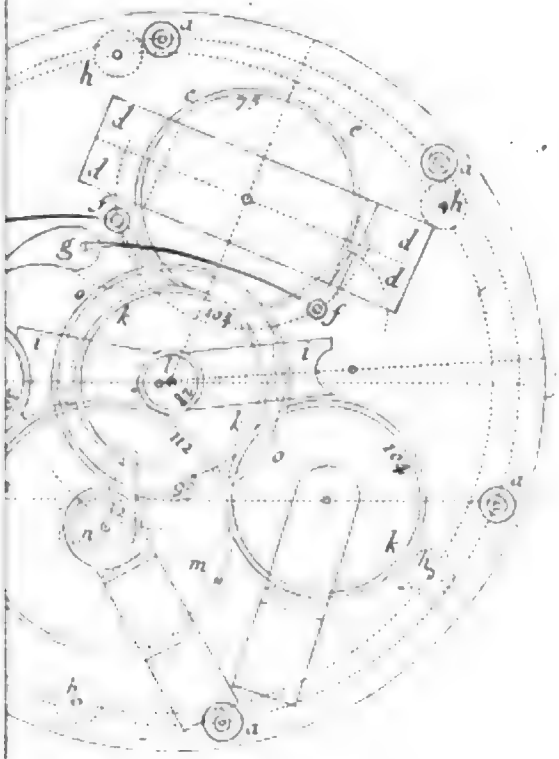
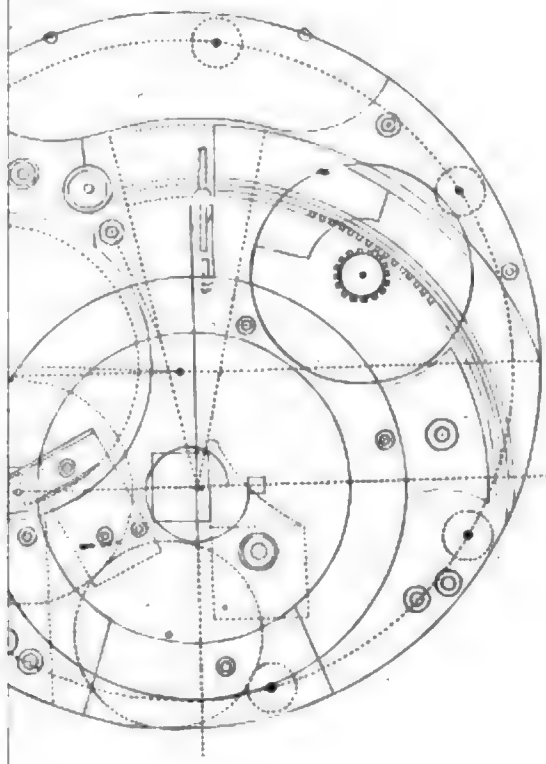


*Planche* VII.

*Fig.* 15.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google